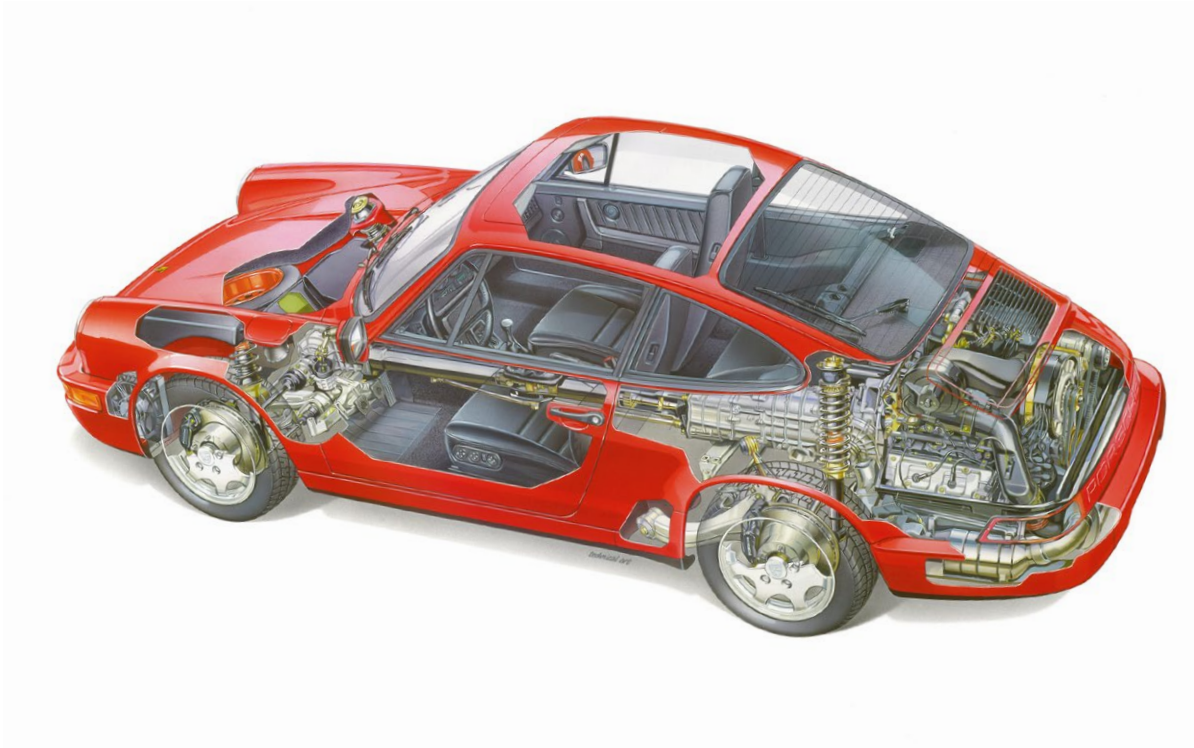




PORSCHE



## **30 ans de Porsche 911 à transmission intégrale**

Dossier de presse

# Sommaire

Points forts

**Les moments-clés du développement de la transmission intégrale Porsche 3**

La plus moderne des transmissions intégrales

**Porsche Traction Management pour davantage de souplesse,  
de stabilité et de traction 5**

L'histoire de la transmission intégrale chez Porsche

**De Lohner-Porsche à la 911 Turbo 9**

---

## Points forts

# Les moments-clés du développement de la transmission intégrale Porsche

L'actuel Porsche Traction Management (PTM) qui équipe la 911 est l'incarnation même de la transmission intégrale sportive. Son intelligence permet d'améliorer l'agilité dans les virages, la stabilité en cas de manœuvres à dynamique rapide et la traction. Le PTM est pour l'instant à la pointe d'une histoire de transmission intégrale qui dure depuis plus de 30 ans sur les voitures de sport de série Porsche. À l'origine, la transmission intégrale de Porsche est issue du sport automobile. La type 953 a ainsi remporté le rallye Paris-Dakar en 1984 ; en 1986, l'ultrasportive 959 a remporté une double victoire avec une transmission intégrale variable à commande électronique.

## **1988 : première mondiale de la transmission intégrale à commande sur un modèle de série 911**

La première 911 avec transmission intégrale de série a roulé pour la première fois sur les routes en 1988. La Porsche 911 Carrera 4 de type 964 distribuait la force d'entraînement via un engrenage planétaire qui servait de différentiel central. Des différentiels multidisque ont ensuite été ajoutés entre les essieux avant et arrière (en tant que blocage longitudinal) et au niveau de l'essieu arrière (en tant que blocage transversal régulé).

## **1994 : deuxième génération avec système hang-on passif**

En 1994, Porsche a présenté la deuxième génération de la transmission intégrale sur la 911 de type 993. Le système était construit sous forme de « transmission intégrale hang-on », système dans lequel un visco-coupleur passif transfère (uniquement en cas de différences de régime) une partie de la force d'entraînement entre les essieux arrière et avant directement entraînés à l'essieu avant. Ce système a également été introduit, presque inchangé, sur les modèles 911 Carrera et 911 Turbo de la génération 996.

## 2002 : première du Porsche Traction Management sur le Cayenne

2002 marqua, avec le Cayenne, le début du règne du Porsche Traction Management. Il s'agit dans ce cas d'une transmission intégrale permanente dont la boîte de transfert centrale répartit la force d'entraînement selon un rapport de 38:62 sur les essieux avant et arrière. Un réducteur et un blocage longitudinal à régulation électronique (correspondant au champ d'application d'un SUV) garantissent en outre une aptitude tout-terrain. Dans le même temps, le PTM se distingue par son potentiel dynamique.

## 2006 : la première 911 avec PTM

En 2006, Porsche a présenté sur la 911 de type 997 une version du PTM spécialement conçue pour les voitures de sport avec embrayage multidisque à commande électronique et actionnement électromagnétique, avec un renforcement à rampe à billes. Ce système actif, entièrement variable, répartit la force d'entraînement entre l'essieu arrière entraîné en permanence et l'essieu avant de manière beaucoup plus rapide et précise que le visco-coupleur passif du modèle précédent. En 2008, ce système a également été utilisé sur les modèles 911 Carrera 4 de la deuxième génération de 997, lesquels disposaient encore, sur la première génération, de la transmission intégrale avec visco-coupleur.

## 2009 et 2013 : la Panamera et le Macan équipés de la technologie de la 911

Les transmissions intégrales de la plupart des modèles de la Panamera (à partir de 2009) et les systèmes de toutes les versions du Macan (à partir de 2013) disposent également d'un embrayage multidisque régulé. La stratégie de régulation est basée sur celle de la 911 et contribue ainsi à obtenir une dynamique de conduite typique d'une voiture de sport, à chaque fois la meilleure de sa catégorie, sur la Panamera et le Macan.

## 2013 : le PTM actuel, encore plus efficace

Le PTM le plus récent, plus perfectionné, a été utilisé pour la première fois en 2013 sur la 911 Turbo de la première génération de 991. Contrairement au système du modèle précédent, qui a été utilisé sur les variantes de la 911 Carrera 4 jusqu'à la deuxième génération de la 991 en 2015, une commande électrohydraulique, et non plus électromécanique, prend en charge l'actionnement du nouvel

embrayage multidisque. Cela présente un avantage pour les performances, grâce à un contrôle plus précis et plus rapide de la force d'entraînement en termes de traction, de stabilité de conduite et de maniabilité.

---

La plus moderne des transmissions intégrales

## **Porsche Traction Management pour davantage de souplesse, de stabilité et de traction**

La transmission intégrale sportive est une idée de Porsche. Elle a été inventée par Ferdinand Porsche en 1900, toujours conservée, perfectionnée et mise en œuvre de série depuis 30 ans. En l'espace de 118 ans est né l'un des systèmes d'entraînement les plus performants au monde : le Porsche Traction Management (PTM). La génération la plus moderne est intégrée dans la 911 Carrera 4, la 911 Targa 4 et la 911 Turbo, dans le Cayenne et le Macan, ainsi que dans la plupart des modèles Panamera – à chaque fois de façon harmonieuse et adaptée aux exigences spécifiques.

La philosophie de base est la même pour toute Porsche avec PTM actif : une meilleure dynamique de conduite, une sécurité plus élevée et davantage de traction pour un plaisir de conduire plus sportif. Pour cela, Porsche a développé son propre système de transmission intégrale, qui est devenu depuis longtemps une référence en matière de rapidité, de compacité et d'intelligence. Il répartit les couples d'entraînement entre les essieux avant et arrière de façon active et extrêmement rapide. Grâce à la surveillance permanente de l'état de conduite, le PTM peut réagir de façon active à différentes situations de conduite pré-réglées. Par exemple, des capteurs contrôlent en continu le régime des quatre roues, l'accélération longitudinale et transversale du véhicule ainsi que l'angle de braquage.

Grâce à l'exploitation de toutes les données des capteurs, la répartition de la force d'entraînement vers l'essieu avant peut être réglée aussi rapidement que possible et de manière optimale. Par exemple, si les roues arrière menacent de patiner lors d'une accélération, une plus grande force d'entraînement est dirigée vers l'avant. Dans les virages, la force d'entraînement transmise aux roues avant est toutefois toujours suffisante pour ne pas avoir une influence négative sur le guidage latéral des roues de l'essieu avant. L'avantage du PTM est clairement visible sur une chaussée humide et sur la neige : la capacité d'accélération d'une Porsche avec PTM dans ces cas-là est tout simplement à couper le souffle.

## Utilisation optimale des lois de la physique

Le PTM utilise de manière optimale les données physiques pour améliorer la dynamique de conduite. Les charges sur essieu changent en fonction de la situation de conduite. Du fait de ce transfert dynamique de la charge par roue, les pneus peuvent transmettre des forces différentes en fonction de l'essieu et de la position pendant la conduite. Par exemple, en cas de conduite en ligne droite en montagne, les roues arrière sont plus fortement sollicitées et peuvent transmettre des forces plus importantes. Le PTM réduit dans ce cas le couple transmis à l'essieu avant.

Avec la répartition longitudinale du couple d'entraînement, le comportement autodirectionnel du véhicule peut, en outre, être influencé de manière ciblée. Exemple en cas de survirage : d'après le cercle de Kamm, un pneu peut uniquement transmettre une certaine force maximale, qui doit se répartir en force longitudinale et en force latérale. Plus le conducteur appuie sur l'accélérateur et fait ainsi intervenir des forces longitudinales, moins le pneu de l'essieu entraîné est en mesure de générer un guidage latéral. Si le potentiel restant est exploité au niveau de la force latérale transmissible, le pneu dérape, par exemple dans les virages, et l'arrière d'un véhicule à propulsion arrière est poussé vers l'extérieur. Si la transmission intégrale transfère dans ce cas un plus grand couple d'entraînement au niveau de l'essieu avant, la force longitudinale diminue au niveau des roues arrière et le pneu est alors en mesure de transmettre de façon appropriée davantage de force latérale. Résultat : le véhicule se stabilise.

## Un travail d'équipe : des systèmes d'assistance soutiennent le PTM dans la répartition optimale de la force

Un avantage déterminant du Porsche Traction Management réside dans le fait qu'il collabore efficacement avec tous les systèmes concernés de conduite dynamique et vient les compléter pour que cela bénéficie au conducteur. Le système partenaire le plus important est le Porsche Stability Management, lequel régule de façon encore plus individuelle la répartition de la force sur les quatre roues à l'aide des fonctions d'antipatinage (ASR) et de répartiteur de freinage automatique (ABD). Le Porsche Torque Vectoring Plus (PTV Plus) en option permet d'augmenter encore plus la dynamique de conduite de la transmission intégrale (en fonction du modèle et de l'équipement), il peut même communiquer directement avec la commande du PTM. Le PTV Plus travaille avec une répartition du

couple variable par le biais d'interventions de freinage individuelles au niveau des roues arrière, ainsi qu'avec un blocage du différentiel arrière à régulation électronique et améliore le comportement et la précision de la direction.

La fonction technique de base du Porsche Traction Management est identique sur toutes les séries : la puissance du moteur est dirigée directement vers l'essieu arrière via la boîte de vitesses, comme c'est le cas avec une propulsion classique. Chaque Porsche possède donc par principe la bonne tenue de route d'un modèle à propulsion. Une deuxième déportance au niveau de la sortie de boîte de vitesses conduit à un embrayage multidisque, par le biais duquel l'entraînement de l'essieu avant peut être activé de manière entièrement variable. Dans le cas de ces systèmes hang-on, le savoir-faire se remarque tout particulièrement grâce à deux caractéristiques : l'algorithme intelligent et la vitesse de réaction du système.

Pour le Cayenne et le Macan, le PTM dispose de fonctions supplémentaires qui garantissent aux SUV des caractéristiques tout-terrain exceptionnelles. Le concept de commande suit pour cela une règle claire : Il suffit que la voiture reste simple lorsque les conditions de conduite sont difficiles. Tous les systèmes ont été optimisés pour une utilisation tout-terrain, avec l'objectif d'améliorer la traction sur les zones tout-terrain. Le conducteur peut activer les capacités tout-terrain en appuyant sur un bouton, avec même plusieurs niveaux sur le Cayenne.



---

L'histoire de la transmission intégrale chez Porsche

## **De Lohner-Porsche à la 911 Turbo**

Une des premières automobiles à transmission intégrale était une Porsche et il s'agissait d'une voiture de sport : Ferdinand Porsche avait conçu et construit la voiture de course Lohner-Porsche avec quatre moteurs-roues électriques. En 1947, Porsche a développé le type 360, mieux connu sous le nom de voiture de course Cisitalia. Cette voiture n'a pas été élevée au rang de légende uniquement grâce à son moteur à compresseur à douze cylindres et à sa légèreté, mais également grâce à sa transmission intégrale enclenchable. Ce design était basé sur l'idée que la puissance d'entraînement peut être convertie, de manière intégrale et sûre, en traction, dans les virages comme en ligne droite, en réduisant les coefficients d'adhérence.

En 1981 a débuté l'ère de la transmission intégrale pour les voitures de tourisme chez Porsche. Lors du salon international de l'automobile de Francfort, l'entreprise a présenté le prototype d'une 911 Turbo Cabriolet à transmission intégrale. En 1984, Porsche a repris l'idée et a conçu le type 953 pour le rallye Paris-Dakar avec transmission intégrale enclenchable, lequel remporta très vite la victoire finale. Les expériences avec la 953 ont conduit à la construction de l'ultrasportive 959, qui a été présentée en 1985 et dont la technologie complète était en avance sur son temps. C'est ainsi qu'elle a déterminé, avec la traction avant activée par l'embrayage multidisque et le blocage du différentiel arrière pouvant même être activé par l'embrayage multidisque, le concept de base pour la transmission intégrale de Porsche. Les blocages transversal et longitudinal pouvaient être activés manuellement ou automatiquement. Ce concept est jusqu'à ce jour présent dans le PTM. La double victoire de la Porsche 959 lors du Paris-Dakar 1986 est entrée dans la légende.

### **911 Carrera 4 : la première 911 à transmission intégrale a fait ses débuts il y a 30 ans**

Lorsque Porsche a présenté, en 1988, la 911 de type 964, le chiffre derrière la désignation du modèle annonçait une nouvelle ère : la 911 Carrera 4 était la première voiture de sport de série de la marque à posséder une transmission intégrale – sous une nouvelle forme innovante. Porsche a désigné cette innovation comme étant un entraînement « contrôlé par le patinage du différentiel » des quatre roues. Cela signifie que le couple d'entraînement est d'abord dirigé depuis la boîte de vitesses manuelle

vers une transmission conçue sous la forme d'un engrenage planétaire, où (tant que la commande de blocage n'est pas activée) il est ensuite distribué toujours dans le même rapport : 69 % pour l'essieu arrière, 31 % vers l'avant via un arbre transaxle isolé. La nouveauté résidait dans la régulation. Le patinage des roues individuelles était détecté par des capteurs ABS et empêché par des blocages hydrauliques. Deux différentiels multidisque à régulation électronique contrôlaient le flux de force vers l'essieu avant et entre les roues de l'essieu arrière. Résultat : la traction et la stabilité de conduite, la tenue de route dans les virages, ainsi que la réaction aux changements de charge ont été optimisées de manière permanente.

### **1994 : nouveau système de transmission intégrale avec visco-coupleur – hang-on au lieu d'une transmission intégrale permanente**

En 1994, Porsche a poursuivi le développement de la transmission intégrale avec la 911 Carrera 4 de la génération 993. Même la 911 Turbo utilisait désormais pour la première fois les quatre roues pour la transmission. Sur ces deux modèles, Porsche est passé à une construction plus simple du système et a ainsi mis sur le marché le système de transmission intégrale le plus léger de l'époque. Le système construit était appelé « transmission intégrale hang-on », système dans lequel l'essieu arrière était directement entraîné et un visco-coupleur passif, en cas de différences de régime, guidait une partie de la force d'entraînement entre les essieux arrière et avant jusqu'à l'essieu avant. Le visco-coupleur a donc remplacé la boîte de transfert avec embrayage multidisque régulé pour l'entraînement de l'essieu avant. Par conséquent, la 911 à transmission intégrale se conduisait en charge principalement avec un entraînement arrière, semblable à une propulsion, mais tout en étant bien plus stable. Un différentiel autobloquant classique ainsi qu'un différentiel de freinage automatique (ABD) étaient utilisés au niveau de l'essieu arrière.

Le rôle du visco-coupleur était de répartir automatiquement le couple d'entraînement entre les essieux, en fonction du patinage des roues arrière. L'ABD intégré de série sur les modèles à transmission intégrale détectait le patinage de chaque roue à l'aide des capteurs ABS et assurait, par le biais du calculateur, un couple de freinage correspondant au niveau de la roue qui patinait. En cas de coefficients de frottement différents à gauche et à droite, la force d'entraînement était d'abord attribuée progressivement par le différentiel autobloquant de l'essieu arrière à la roue ayant l'adhérence la plus élevée. Si une roue patinait, elle était freinée par l'ABD et un couple d'entraînement à hauteur du

couple de freinage était transmis à la roue opposée. Cette fonction aidait particulièrement le conducteur lors de démarrages problématiques dus aux mauvaises conditions météo sur des chaussées humides ou glissantes.

Porsche a également conservé ce concept sur la 911 de type 996, à la différence près que le visco-coupleur tournait dans le bain d'huile de la transmission de l'essieu avant et pouvait ainsi être refroidi efficacement, même en cas de fortes sollicitations. Pour des raisons de poids et pour créer de la place pour les tuyaux du refroidissement par eau, le tuyau transaxle a été supprimé sur la génération 996. Au lieu de la liaison rigide de la boîte de vitesses solidaire du moteur avec la transmission de l'essieu avant via un tuyau central, la transmission vers l'essieu avant était effectuée via un arbre à cardan libre.

## **2002 : le Cayenne introduit le Porsche Traction Management (PTM)**

En 2002, Porsche a présenté le Cayenne, représentant la troisième gamme de modèles, et, avec lui, une toute nouvelle technologie de transmission intégrale. Dans le mode de base, le Porsche Traction Management (PTM) dirigeait 62 % de la puissance du moteur au niveau des roues arrière et 38 % au niveau des roues avant. À l'aide d'un embrayage multidisque commandé par un moteur électrique et à régulation électronique, utilisé comme blocage longitudinal, le rapport de répartition pouvait varier en fonction de la situation de conduite, influençant ainsi activement la dynamique transversale et longitudinale. Un commutateur à bascule permettait également d'activer manuellement un blocage longitudinal pour une utilisation tout-terrain intense.

Le PTM a eu une influence déterminante sur la dynamique de conduite du Cayenne. En effet, le blocage longitudinal cartographique et le blocage de différentiel d'essieu arrière disponible en option ne réagissaient pas seulement au manque de traction au niveau de l'essieu avant ou de l'essieu arrière. Des capteurs déterminaient également la vitesse du véhicule, l'accélération transversale, l'angle de braquage ou l'actionnement de la pédale d'accélérateur, de sorte que le PTM puisse calculer en permanence le taux de blocage optimal pour les deux essieux et que le couple d'entraînement adéquat soit attribué aux essieux. Le PTM était ainsi un système anticipatif, qui garantissait une agilité considérable lors de trajets sinueux ainsi qu'une grande stabilité de conduite, aussi bien à une vitesse élevée qu'à une vitesse modérée sur la glace ou la neige.

## Le premier PTM pour la Porsche 911

En 2006, le PTM électronique a fait son apparition, sous une forme adaptée, sur la 911 Turbo de type 997. L'élément central était ici un embrayage multidisque à commande électromagnétique, grâce auquel la force d'entraînement était dirigée vers l'essieu avant en fonction des besoins. L'embrayage de la 911 Turbo offrait un couple maximum de 400 Nm, ce qui, dans la pratique, n'arrivait pratiquement pas. Dès 300 Nm, les roues avant perdaient leur adhérence sur une chaussée sèche et patinaient.

Avec un temps de commutation de 100 millisecondes maximum, le PTM était plus rapide que la réaction d'un moteur à un changement de charge et que la perception du conducteur. Dans la pratique, cela signifiait : une grande agilité sur les routes de campagne étroites, une traction exceptionnelle et une grande sécurité de conduite, même en cas de manœuvres extrêmes à grande vitesse. Afin d'accomplir ces tâches de conduite dynamique, les ingénieurs Porsche ont programmé le PTM avec cinq fonctions de base essentielles, avec lesquelles la transmission intégrale de Porsche fonctionne encore aujourd'hui :

- Répartition du couple de base : Dans la conduite au quotidien, la commande répartit le couple moteur en continu entre les essieux avant et arrière, en fonction de la situation de conduite actuelle, grâce à un embrayage défini de l'entraînement de l'essieu avant. Pour cela, la demande de couple au niveau de l'essieu avant est déterminée toutes les millisecondes. Si le système détecte, par exemple, un changement de voie, il active plus ou moins la traction avant, selon la vitesse. Le conducteur le ressent, en particulier à des vitesses élevées, à travers une stabilité considérablement accrue.

- Contrôle de l'avance : Le PTM peut, à l'aide des paramètres typiques, détecter plus tôt les changements dynamiques de l'état de conduite et éviter tout patinage au préalable. Lors du démarrage, le système détermine, par exemple, la vitesse à laquelle le conducteur accélère. Avant même que le moteur puisse transformer cette demande d'accélération en couple, le PTM ferme l'embrayage multidisque jusqu'à ce que les roues ne puissent pas patiner. C'est uniquement dans des cas extrêmes, lorsque les deux roues arrière patinent sur le verglas sans aucune traction, que le couple moteur parvenant au niveau des roues avant est si élevé que celles-ci perdent leur adhérence. Les quatre roues sont ainsi soumises, dès le démarrage, à la plus grande force d'entraînement possible et

atteignent une accélération optimale. Le départ d'une course via la fonction de départ automatisé « Launch Control » en connexion avec la boîte Porsche Doppelkupplung (PDK) est un cas particulier. Si cela est nécessaire, le PTM bloque l'embrayage multidisque dès le départ, afin de garantir une traction maximale.

- Régulateur antipatinage : Grâce à son couple élevé, une 911 peut, en accélération intermédiaire, déjà atteindre la limite de traction au niveau de l'essieu arrière sur une chaussée humide. Même dans ce cas-là, une intervention plus puissante de l'embrayage multidisque permet de diriger un couple plus élevé, et ainsi une force d'entraînement plus grande, au niveau de l'essieu avant. En 2006, la 911 Turbo a disposé pour la première fois de cette détection et de cette régulation de l'accélération longitudinale.

- Correction en cas de survirage : Si l'arrière du véhicule est poussé vers l'extérieur dans un virage à cause de perturbations telles que des feuilles mouillées, une plus grande force d'entraînement est dirigée au niveau de l'essieu avant pour une stabilisation dynamique du véhicule. Un autre avantage du PTM réside dans le fait qu'il prend en compte l'angle de braquage lors de la répartition de la force au niveau de l'essieu avant. Si le conducteur contre-braque en cas de survirage, le PTM adapte la force d'entraînement à l'essieu avant et le véhicule se stabilise encore plus rapidement.

- Correction en cas de sous-virage : Dans le cas inverse, si la voiture de sport a tendance à glisser par les roues avant en sortie de virage, le PTM réduit la répartition du couple au niveau de l'essieu avant. Grâce aux capteurs précis et très sensibles, le PTM réagit dans les deux cas avant que le conducteur n'ait remarqué la moindre instabilité. Il en résulte une stabilisation rapide et active du véhicule, pour une conduite en virage agile et dynamique, car le système de stabilité PSM effectue moins de freinages ciblés sur certaines roues.

## **La Panamera et le Macan équipés d'une transmission intégrale, comme sur les voitures de sport**

Le PTM de la 911 a été le modèle initial de la transmission intégrale de la Panamera, dont la première mondiale fut célébrée en 2009, et du Macan, lancé sur le marché en 2013 en tant que cinquième modèle de la série Porsche. Avec le changement de génération, le Porsche Traction Management a

également évolué. En 2013, pour la nouvelle 911, l'accent a été mis sur l'amélioration de la précision de positionnement et du couple transmis à l'essieu avant. Désormais équipé d'une commande électrohydraulique de l'embrayage multidisque complètement repensé, le système détecte un mode de conduite économique en fonction de la situation de conduite et de la demande du conducteur, et réduit la transmission du couple sur l'essieu avant. Par conséquent, la dissipation de puissance est réduite. Le PTM prend également en charge, en association avec la boîte Porsche Doppelkupplung (PDK), le « mode croisière » typique de Porsche. Si le véhicule roule sans entraînement, l'embrayage PTM s'ouvre. Le couple de freinage diminue ainsi grâce au système de transmission intégrale, tout comme la consommation de carburant. Mais le tout nouveau PTM présente également des avantages en termes de performance. Grâce à un contrôle plus rapide et plus précis de la force d'entraînement par le biais du nouvel embrayage multidisque, la dynamique de conduite, l'agilité et la stabilité de conduite s'en trouvent améliorées. L'accélération est optimisée grâce à la transmission de couples plus élevés via l'essieu avant, ce qui permet également d'augmenter la puissance du moteur sur la route.